

# Površinska obrada drveta i ekološki problemi\*

## SURFACE FINISHING OF WOOD AND ECOLOGICAL PROBLEMS

Dr ing. Milan Jaić

Sumarski fakultet — Beograd

UDK 630\*829.1

Prispjelo: 15. 12. 1988.

Prihvaćeno: 13. 1. 1989.

Stručni rad

### Sažetak

U radu se ukazuje na neophodnost površinskog obrađivanja finalnih proizvoda od drveta u cilju zaštite i estetskog oplemenjivanja površina. Ekološki problemi nastaju upotrebom tečnih materijala (boja i lakova) čije isparljive komponente zagađuju radnu i životnu sredinu. Zakonski propisi o smanjenju emisija (TA—Luft) ne mogu potpuno da reše ekološke probleme, već se rešenja očekuju u upotrebi lakova sa smanjenom emisijom (vodeni, High solid i zračenjem očvršćujući).

Prikazani su primeri lakiranja nameštaja lakovima sa smanjenom emisijom, uz upoređivanje upotrebnih vrednosti različitih sistema lakiranja (primeri A — E). Znatna uticaj na ekološku problematiku ima, pored ostalog, izbor sistema lakiranja.

**Ključne riječi:** površinska obrada — ekološka problematika — lakovi sa smanjenom emisijom — izbor sistema lakiranja.

### Summary

This paper points at the necessity of wood items surface finishing in order to protect and get an aesthetic improvement of the surfaces. Ecological problems are caused by application of liquid materials (paints and lacquers) which evaporative components pollute the working and living environment. Legal provision on reduction of emissions (TA—Luft) are not able to solve completely the ecological problems, and solutions are expected in application of lacquers with reduced emission (water and high solid lacquers and hardening by radiation).

Some examples of furniture lacquered with reduced emission lacquers have been demonstrated in comparison with usable values of different lacquering systems (examples A — E). A choice of lacquering systems has also a significant effect on ecological problems.

**Key words:** surface finishing — ecological problems — lacquers with reduced emission — choice of lacquering systems (A. M.)

### 1.0 UVOD

Finalni proizvodi od drveta moraju se površinski obrađivati iz dva razloga — zaštitnoga i estetskoga. Drvo kao prirodni materijal ima površine neotporne na dejstva mnogih agresivnih faktora, kao što su vlaga, svetlost, razne hemijske supstance, mehanička delovanja i sl. Zaštita se ostvaruje prevlačenjem površine drveta drugim materijalima takvih svojstava da su otporni na navedena štetna dejstva. To se obično izvodi tečnim materijalima (lakovima), a u tu se svrhu koriste i čvrsti materijali (folije, laminati).

Vrlo je značajna i estetska obrada proizvoda od drveta. Tom se obradom povećava cena proizvoda. Ona je posebno važna za neke proizvode izrađene od drvnih vrsta koje nemaju prirodno lepu boju ni teksturu.

Upotrebom tečnih materijala za površinsku obradu drveta javljaju se ekološki problemi koji su tesno povezani sa vrstom i sastavom upotreblje-

nih materijala. Dok su obe decenije nakon drugog svetskog rata bile ispunjene uvođenjem novih tehnologija i površinskih efekata, u deceniji koja je u toku posebna se pažnja posvećuje ekološkim problemima, tj. zaštiti čovekove radne i životne sredine. Zato se kao primarni zadatak proizvođača lakova treba da odredi proizvodnja i usavršavanje novih sistema materijala sa smanjenom emisijom štetnih supstanci, koje su ispod zakonski propisanih granica.

Trend u razvoju tehnologije lakova za površinsku obradu drveta može se posmatrati:

a) *sa stanovišta ekonomičnosti*, uz respektiranje zaštite okoline i zdravlja zaposlenih. Sledi ušteda u potrošnji energije, težnja za racionalizacijom i univerzalnom primenom različitih postupaka, zamena i kombinovanje postupaka i proizvoda, kao i smanjivanje specifičnih troškova po jedinici obrađene površine;

b) *sa stanovišta razvoja materijala i aplikacije*, gde primat imaju zračenjem očvršćavajući materijali (UV i elektronski). Zato industrija lakova mora da sledi trenutno dva glavna pravca: sisteme

\* Referat sa Savjetovanja o površinskoj obradi drva, održanog 6. travnja 1988. na Zagrebačkom velesajmu (ZV) u organizaciji Tehničkog centra za drvo u Zagrebu i ZV.

vodenih lakova i lakove siromašne rastvaračima koji očvršćavaju zračenjem. Ubrzano se vrše ispitivanja u cilju uvođenja mikrotalasa i talasa visoke frekvencije za očvršćavanje vodenih lakova.

#### POTROSNJA LAKOVA U ZAPADNOJ EVROPI (%)

Tablica I.

#### CONSUMPTION OF LACQUERS IN WESTERN EUROPE (%)

Table I.

	NC	SH	PE	PU	UV	Ostali
Procenat suve supstance	20	25	100	25-70	75-100	
Austrija	15	60	10	10	5	-
Švajcarska	53	23	-	20	-	4
SR Nemačka	53	10	5	17	6	9
Francuska	52	12	5	18	4	9
V. Britanija	38	47	1	4	3	7
Italija	10	2	20	49	19	-
Skandinavija	3	82	2	4	5	4
Tendencija	↓	↓	->	↑	↑	

## 2.0 LAKOVI ZA POVRŠINSKU OBRADU DRVETA

U Zapadnoj Evropi danas se za lakiranje drveta upotrebljavaju različiti sistemi lakova.

Dok u Švajcarskoj, SR Njemačkoj i Francuskoj još uvek dominiraju nitro-materijali, u Velikoj Britaniji, Austriji i Skandinaviji najčešći su kiseloočvršćavajući (SH) lakovi. Po našem mišljenju, oba će se ova sistema ubuduće sve manje upotrebljavati zbog poznatog razloga — nepovoljnog delovanja na sredinu. Razlog tome je velik sadržaj rastvarača. Ti su nedostaci izbacili u prvi plan UV-očvršćavajuće lakove i PU-sisteme. Konvencionalno očvršćavajući PE lakovi zadržaće sadašnji primat u upotrebi.

O potrošnji lakova za drvo u Jugoslaviji, žalost, ne postoje verodostojni podaci. Moguće je izvršiti samo procenu, a ona govori da u upotrebi dominiraju NC-lakovi sa skoro 75% ukupne količine. Veoma je maleno učešće ostalih vrsta, što se naročito odnosi na lakove siromašne rastvaračima, vodene i zračenjem očvršćavajuće lakove. Po našem mišljenju, razlog tome su proizvođači lakova, koji ne mogu uspešno da prate razvoj novih materijala, ali i drvna industrija, koja bi morala da se brže prilagođava novim materijalima, preusmeravajući se na nove načine nanošenja i sušenja lakova.

U tabeli II dat je pregled potrošnje lakova za drvo u SR Njemačkoj u periodu od 1976. do 1985. godine.

Podaci nedvosmisleno ukazuju da materijali koji sadrže veće količine štetnih materija moraju da ustupe svoje mesto onima koji ekološki manje opterećuju sredinu.

#### POTROSNJA LAKOVA U SR NJEMAČKOJ (%)

Tablica II.

#### CONSUMPTION OF LACQUERS IN WEST GERMANY (%)

Table II.

	1976.	1977.	1978.	1980.	1983.	1985.
nitrocelulozni	65	72	71	65	59	50
poliuretanski	8	8	8	12	15	20
kiseloočvršćavajući	11	12	13	8	10	5
poliesterski	15	5	4	10	9	15
lakovi od vešt. smola, vodeni, za elek.zrač.	1	3	4	5	7	10

Sastav i svojstva značajna za emisiju lakova za drvo prikazana su u tabeli III.

#### SASTAV I SVOJSTVA LAKOVA ZA DRVO

Tablica III.

#### COMPOSITION AND PROPERTIES OF LACQUERS FOR WOOD

Table III.

	Sve mater. (%)	Rastv. (%)	Štetni po okol.	Formaldehid.
NC	20-27	73-80	da	ne
PU	30-40	60-70	da	ne
SH	25-50	50-75	uslovno	da
PE	95	5	ne	ne
akrilni	15-40	60-85	da	ne
vodeni	30-60	40-70	ne	da/ne
elektronski	100	-	-	-

## 3.0 PROPISI ZA OGRANIČAVANJE EMISIJE ŠTETNIH SUPSTANCI

Radi ograničavanja štetnosti i smanjivanja zagađenosti vazduha u radnim prostorijama, bilo je neophodno uvođenje normi i zakonskih obaveza u obliku nacionalnih standarda o maksimalno dopuštenim koncentracijama štetnih gasova, para i aerosola u vazduhu radnih prostorija. Istovremeno su formirani i propisi koji ograničavaju emitovanje štetnih materija iz pogona za preradu. Odredbe o zaštiti zaposlenih mogu se relativno lako ispuniti odgovarajućim udaljavanjem, odnosno ventilacijom štetnih materija iz pogona. Ali sa stanovišta zaštite čovekove sredine, problem time nije rešen, već samo prebačen na drugi kolosek.

Kompleksna zaštita čovekove sredine pri upotrebi lakova za drvo provodi se na tri načina, i to:

1. održavanjem vazduha čistim;
2. održavanjem voda čistim;
3. uklanjanjem otpadaka.

U zaštiti čovekove sredine od zagađenja najdalje se otišlo, prema našim saznanjima, u SR Nemačkoj. Zakonske odredbe koje tretiraju tu problematiku sažete su u zajednički akt nemačkog zakona o emisiji pod nazivom »Tehničko upu-

tstvo za održavanje vazduha čistim« iz 1974. godine, sa skraćenicom TA vazduh (TA Luft).

Iz tog se zakona kao najvažnije mogu izdvojiti sledeće tačke:

a) *Obaveza pribavljanja dozvole:*

- pri izdvajanju više od 250 kg rastvarača na čas zahteva se formalni postupak za odobravanje od strane odgovarajućih organa;
- pri izdvajanju 25 do 250 kg rastvarača na sat zahteva se pojednostavljeni postupak za odobravanje;
- lakirnice u kojima se izdvaja manje od 25 kg rastvarača na čas ne podležu obvezi odobravanja, ali se moraju pridržavati graničnih vrednosti TU za vazduh;

b) *Svrstavanje organskih rastvarača u klase*

U tabeli IV. predstavljena je raspodela organskih rastvarača po klasama prema TU za vazduh.

PODELA ORGANSKIH RASTVARAČA NA KLASI  
DIVISION OF ORGANIC SOLVENTS ON CLASSES

Tablica IV.  
Table IV.

Klasa organ. rastvarača	Strujanje mase (kg/h)	Maksimalna koncentracija	
		mašinska prerada (mg/m <sup>3</sup> )	prskanje ručno <sub>3</sub> (mg/m <sup>3</sup> )
I	0,1	20	20
II	2	100	MAK
III	3	150	MAK

Postupci i postrojenja za održavanje dozvoljenih koncentracija i prečišćavanja vazduha vrlo su često veoma skupi. Zato je proizvođačima lakova i sirovina za lakove podavno postavljen zadatak da usavrše nove sisteme koji će prilikom lakiranja drveta potisnuti emisiju štetnih materijala ispod zakonski propisanih vrijednosti.

Sistemi lakova koji ne stvaraju ekološke probleme pri preradi mogu se podeliti u četiri grupe:

1. vodorastvorne i vodorazredive (vodene) lakove;
2. lakove siromašne rastvaračima (High solids);
3. lakove bez rastvarača (zračenjem očvršćavajuće);
4. lakove u prahu (ne koriste se za drvo).

*Vodeni lakovi* uglavnom predstavljaju disperzije akrilata, stirol-akrilata, poliuretana ili nezasićenih poliesterskih smola. Zadnja je grupa veoma interesantna jer se ti lakovi mogu ubrzano sušiti UV-zračenjem ili konvekcijom. Oni su bez monomera i sadrže 3—4% organskih rastvarača. Propi-

KOLIČINA RASTVARAČA U ZAVISNOSTI OD LAKA

Tablica V.

QUANTITY OF SOLVENTS IN RELATION TO LACQUER

Table V.

V r s t a l a k a	Količina rastvarača/m <sup>2</sup> (g)
konvencionalni (NC)	cca 80
Medium Solid	cca 35
High Solid (75% sm)	cca 22
vodeni lak (10% rastv.)	11
vodeni lak (6,5% rastv.)	9,5

sima za čisti vazduh (TA-Luft) najlakše udovoljavaju ti materijali.

*High solids* — lakovi predstavljaju sisteme lakova koji doduše sadrže rastvarače, ali u malom procentu (do 15%). Uglavnom su na bazi alkidnih smola. U tabeli V. predstavljena je količina rastvarača po m<sup>2</sup> obrađene površine u zavisnosti od upotrebljene vrste laka.

*Zračenjem očvršćavajući lakovi* — nezasićene PE ili akrilatne smole sa dodatkom fotoinicijatora ubrzano učvršćuju pri zračenju UV-zracima talasne dužine oko 360 nm. Kako se radi o materijalima sa malo rastvarača, i ekološko je opterećenje sredine pri radu sa njima minimalno.

#### 4.0 PRIMERI LAKIRANJA NAMEŠTAJA EKOLOŠKI POVOLJNIM MATERIJALIMA

Za lakiranje nameštaja mogu se koristiti sistemi sa smanjenom emisijom štetnih supstanci koji su sa ekološkog stanovišta povoljni, a predstavljani su na sledećim primerima.

##### A. *Direktno lakiranje ploča iverice u postupku štampanja tekture*

1. Brušenje iverice
2. 80 g/m<sup>2</sup> vodeni kit
3. Sušara sa sapnicama 20 s, 90°C
4. Međubrušenje
5. 60 g/m<sup>2</sup> vodeni kit
6. Sušara sa sapnicama 20 s, 90°C
7. Međubrušenje
8. 30 g/m<sup>2</sup> pigmentirani vodeni temelj za valjanje
9. Međusušenje
10. 30 g/m<sup>2</sup> pigmentirani vodeni temelj za valjanje
11. Međusušenje
12. Trobojna duboka štampa
13. Otvoreni transporter
14. 2×8 g/m<sup>2</sup> UV-lak za valjanje, bezbojni
15. UV-sušenje

Po istom se postupku danas obrađuju i tvrde ploče vlaknatice, pri čemu se kitanje zamenjuje osnovnim vodenim temeljem za valjanje.

*B. Lakiranje profilisanih pročelja nameštaja od masivnog drveta UV-očvršćavajućim vodorazrednim lakom*

1. Automat za brušenje
2. Mašina za nanošenje močila
3. Sušara sa mlaznicama (22—28 m/s brzina vazduha), 60 s, 60°C
4. Automat za prskanje, 60 g/m<sup>2</sup> UV-vodeni temelj za prskanje
5. Sušara sa mlaznicama, 5 min, 40—80°C
6. UV-očvršćavanje, 4—5 m/min, lampa 80 W/cm
7. Automat za brušenje
8. Automat za prskanje, 60 g/m<sup>2</sup> UV-vodeni lak za prskanje
9. Sušara sa mlaznicama, 5 min, 40—80°C
10. UV-očvršćavanje, 4—5 m/min, lampa 80 W/cm

*C. Lakiranje profilisanih pročelja nameštaja jednokomponentnim vodorazrednim lakom*

1. Automat za brušenje
2. Mašina za nanošenje močila
3. Sušara sa mlaznicama, 60 s, 60°C
4. Automat za prskanje, 60 g/m<sup>2</sup> vodeni temelj za prskanje
5. Sušara sa mlaznicama, 5 min, 60—80°C
6. Automat za brušenje
7. Automat za prskanje, 60 g/m<sup>2</sup> vodeni lak za prskanje
8. Sušara sa mlaznicama, 5 min, 60—80°C
9. Zona za hlađenje

*D. Lakiranje furnirane iverice UV-lakom za valjanje*

1. Brušenje furnira
2. Močenje
3. Sušara sa mlaznicama (25—28 m/s brzina vazduha), 60 s, 60°C
4. 10—20 g/m<sup>2</sup> akrilatni UV temelj za valjanje, bezbojni
5. UV-očvršćavanje (međuzeliranje)
6. 10—15 g/m<sup>2</sup> akrilatni UV temelj za valjanje, bezbojni
7. UV-očvršćavanje, 6—8 m/min, lampa 80 W/cm
8. Međubrušenje
9. Međuslojno močenje — bojenje
10. Sušara sa mlaznicama (25—28 m/s brzina vazduha), 30 s, 60°C
11. 10—15 g/m<sup>2</sup> akrilatni UV lak za valjanje, bezbojni, u postupku mokro na mokro
12. UV-očvršćavanje, 8 m/min, lampa 80 W/cm

*E. Pigmentirano lakiranje ploča iverica obrađenih osnovnim folijama*

1. Predbrušenje
2. 5 g/m<sup>2</sup> akrilatni UV temelj za valjanje
3. Međuzeliranje
4. 5 g/m<sup>2</sup> akrilatni UV temelj za valjanje
5. UV-očvršćavanje, 8 m/min, lampa 80 W/cm
6. Međubrušenje, granulacija 360

7. 110 g/m<sup>2</sup> vodeni lak za nalivanje
8. Zona otparivanja, 40 s, 35°C
9. Sušara sa mlaznicama, 30 s, 65°C
10. Sušara sa mlaznicama, 30 s, 90°C
11. Zona hlađenja, 5 s
12. 15 g/m<sup>2</sup> UV-lak za valjanje, bezbojni, u postupku mokro na mokro
13. Otparivanje, 5 s
14. UV-očvršćavanje, 8 m/min, lampa 80 W/cm

## 5.0 SVOJSTVA POVRŠINA OBRAĐENIH RAZLIČITIM SISTEMIMA

U tabeli VI. prikazana su uporedna svojstva površina obrađenih postupcima opisanih u primerima A—E i površina obrađenih nitroceluloznim, poliuretanskim i poliesterskim lakovima.

OSOIBINE LAKOVA SIROMAŠNIH EMISIJOM U POREĐENJU SA KONVENCIONALNIM SISTEMIMA

Tablica VI.

LACQUER PROPERTIES OF REDUCED EMISSION COMPARED WITH CONVENTIONAL SYSTEMS

Table VI.

LAK SISTEM	Tvrdoća i otp. na grebanje	Otpornost na habanje	Stepen kvantiteta po DIN 68861	Sposobnost popravki
postupak A (štampanje teksture)	dobra	dobra	C-B	dobra
postupak B (UV-vodeni lak)	uslovno dobra	dobra	C-B	dobra
postupak C (vodeni lak)	uslovno dobra	dobra	D-C	dobra
NC-lak	uslovna	uslovna	D-C	vrlo dobra
PU-lak bezbojni	dobra	dobra	B	dobra
postupak D (UV-akrilat)	dobra	dobra	C-B	dobra
postupak E (vodeni lak, pigmentiran)	dobra	dobra	C-B	dobra
PE-lak bez parafina, bezbojni	dobra	dobra	C-B	zadovolj.

Koristeći se pogodno odabranim sistemom lakiranja, moguće je bitno uticati na smanjivanje zagađenja radne i životne sredine. O tome treba stalno brinuti i od raspoloživih materijala i postupaka za površinsku obradu drveta odabrati one koji stvaraju najmanje ekološke probleme.

U tabeli VII. dat je prikaz upoređenja upotrebnih vrednosti različitih sistema lakiranja. Pri izvedenom vrednovanju korišćene su indeksne vrednosti, pri čemu veći broj odgovara sistemu sa negativnijim ekološkim uticajem.

## 6.0 ZAKLJUČAK

Jasno se uočava trend da se za lakiranje drveta upotrebljavaju lakovi siromašni rastvaračima, koji ekološki pogodno deluju na sredinu. Takođe

## UPOTREBNE KARAKTERISTIKE SISTEMA LAKIRANJA

Tablica VII.

## USABLE CHARACTERISTICS OF LACQUERING METHOD

Table VII.

	NC-NC	PUR/ PUR	UV-NC	UV-PUR	UV-UV	UV-UV prsk.	Vodeni/ PUR	Vodeni/ vodeni
cena materij.	2,5	3	2,5	3	3	3,5	3	3
količ. materij.	4	3	3,5	2,5	1	2	2	2
vreme sušenja	2	2,5-3	2	2	1	1	2	2
ekologija	4	3	2	1,5	1	1	1,5	1
upotrebna vrednost	4	1	4	1	1	1	1	2
	16,5	12,5-13	14	10	7	7,5	11,5	10

se, kao međufaza te orijentacije, javlja upotreba materijala iz te grupe zajedno sa konvencionalnim lakovima.

Početak sedamdesetih godina započeo je proces racionalizacije površinske obrade drveta. Taj je razvoj proticao u znaku štednje materijala i energije, sa posebnim naglaskom na problem očuvanja — zaštite čovekove radne i životne sredine. Ekološki su problemi danas još više dobili na značaju, tako da se ovo pitanje još više zaoštava.

Najnoviji podaci govore da se u zemljama Zapadne Evrope problemu očuvanja sredine prilazi sa dužnom pažnjom. Reakcioni lakovi sve više zamenjuju lakove sa fizikalnim sušenjem. Lakovi

koji sadrže formaldehid ubrzano se zamenjuju drugim manje štetnim lakovima. U znatnom je porastu potrošnja lakova koji očvršćavaju zračenjem (na akrilnoj osnovi). Razvoj vodenih lakova u punom je zamahu, ali još nije dosegao očekivani nivo.

Mišljenja smo da i u nas ekološkim problemima treba prići sa punom odgovornošću i na odgovarajući način. Poslednji je trenutak da se i u nas donesu mere za smanjivanje emisije štetnih supstanci u vidu odgovarajućih zakona. Tom problemu na pozitivan način mogu pristupiti i predaivači drveta, tako da povećaju upotrebu lakova sa smanjenom emisijom i uređaje za nanošenje prilagode novim materijalima.

## LITERATURA

- [1] Berger, E.: Emissionsarme Lackialternativen für Wohn- und Schlafzimmernöbel, I-Lack 55 (1987) 8, str. 189—190.
- [2] Stetter, K.: Oberflächenbehandlung des Holzes im Trend zu mehr Umweltfreundlichkeit, HK 21 (1987) 9, str. 976—977.
- [3] Hansemann, W.: Umweltfreundliche Oberflächenbehandlung, HK 21 (1986) 7—8, str. 27—29
- [4] Rothkamm, M.: Emisionarm Lackieren unter Berichtigung der neuen TA Luft (3), HK 21 (1986) 12, str. 20—25.
- [5] Rothkamm, M.: Emisionarm Lackieren unter Berichtigung der neuen TA Luft (1), HK 21 (1986) 5, str. 40.
- [6] Jaić, M.: Hemijske štetnosti u procesu površinske obrade drveta, Savetovanje »Savremeni sistemi zaštite proizvoda drvne industrije i trendovi razvoja«, Beograd 17—18. nov. 1983.

Recenzent: prof. B. Ljuljka

## IZRAČUNAJTE:

Koliko stoji otprema Vaše okružnice s prospektom potencijalnim kupcima!?

Mi smo pronašli bolje rješenje!

Oglas u časopisu »DRVNA INDUSTRIJA« stiže do praktički svih drvno-industrijskih poduzeća i stručnjaka u Jugoslaviji, a barem upola jeftinije.

## RAZMISLITE O TOME!

Tražite od nas cjenik i plan izlazenja časopisa!  
Obratite se s punim povjerenjem

Uredništvu »DRVNE INDUSTRIJE«  
41000 ZAGREB  
Ulica 8. maja 82/I